



ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Метрологія
Одиниці фізичних величин

ОСНОВНІ ОДИНИЦІ
ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
МІЖНАРОДНОЇ
СИСТЕМИ ОДИНИЦЬ

Основні положення,
назви та позначення

ДСТУ 3651.0–97

Видання офіційне

БЗ № 9–97 / 158

Київ
ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ
1998



ДСТУ 3651.0-97

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

Метрология
Единицы физических величин

**ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
МЕЖДУНАРОДНОЙ
СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ**

Основные положения,
наименования и обозначения

Издание официальное

Киев
ГОССТАНДАРТ УКРАИНЫ
1998

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАН Харьковским государственным политехническим университетом;
Государственным научно-исследовательским институтом «Система»;
Украинским научно-исследовательским институтом стандартизации,
сертификации и информатики
- ВНЕСЕН Харьковским государственным политехническим университетом
- 2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Госстандарта Украины от 9 октября 1997 г. № 620
- 3 Этот стандарт соответствует:
ISO 31:1992 Quantities and units – Part 0: General principles
ISO 1000: 1992 SI units and recommendations for the use of their multiples
and of certain other units
Уровень соответствия – неэквивалентный (neq)
- 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой в Украине ГОСТ 8.417-81)
- 5 РАЗРАБОТЧИКИ: **В. Базакуца**, д-р физ.-мат. наук (руководитель разработки);
О. Величко, канд. техн. наук (руководитель разработки);
О. Винниченко; **В. Владимиров**, д-р техн. наук (руководитель разработки);
Л. Коваль; **Е. Козырь**; **И. Кугасян**; **Е. Луковникова**;
А. Сук, канд. физ.-мат. наук

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован
и распространен в качестве официального издания без разрешения
Госстандарта Украины

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	2
4 Основные положения	2
4.1 Единицы и числовые значения физических величин	2
4.2 Уравнения для величин и уравнения для их числовых значений	3
4.3 Размерности величин	4
4.4 Кратные и дольные единицы SI	4
5 Основные единицы SI	6
Приложение А Перечень использованных международных стандартов	8

ВВЕДЕНИЕ

Группу стандартов под общим наименованием «Метрология. Единицы физических величин» разработано на основании международных стандартов ISO 31:1992 и ISO 1000:1992.

Эта группа стандартов состоит из трех документов с такими наименованиями:

ДСТУ 3651.0–97 Метрология. Единицы физических величин. Основные единицы физических величин Международной системы единиц. Основные положения, наименования и обозначения;

ДСТУ 3651.1–97 Метрология. Единицы физических величин. Производные единицы физических величин Международной системы единиц и внесистемные единицы. Основные понятия, наименования и обозначения;

ДСТУ 3651.2–97 Метрология. Единицы физических величин. Физические постоянные и характеристические числа. Основные положения, обозначения, наименования и значения.

Уровень соответствия стандартов этой группы соответствующим международным стандартам – неэквивалентный (неq), поскольку на основании международных стандартов разработано национальные стандарты другой структуры. Приведенные в ДСТУ 3651 физические величины, единицы физических величин, их наименования, обозначения и правила применения соответствуют аналогичным требованиям международных стандартов.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

**МЕТРОЛОГИЯ
ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ****Основные положения, названия и обозначения****МЕТРОЛОГІЯ
ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
ОСНОВНІ ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ ОДИНИЦЬ****Основні положення, назви та позначення****METROLOGY
UNITS OF PHYSICAL QUANTITIES
BASE SI UNITS OF PHYSICAL QUANTITIES****General principles, names and symbols**

Дата введения 1999-01-01**1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1 Настоящий стандарт устанавливает единицы физических величин (далее - единицы), которые подлежат обязательному применению в Украине, а также их названия, обозначения и правила использования этих единиц.

1.2 Обязательному применению в Украине подлежат основные единицы Международной системы единиц^{*)}, а также десятичные кратные и частичные от них единицы.

1.3 Стандарт не распространяется на единицы, используемые в научных исследованиях и публикациях их результатов, если в них не рассматривают и не используют результаты измерения конкретных физических величин, а также на единицы, которые получают по экспертным оценкам или условным шкалам^{**)}.

^{*)} Международная система единиц - когерентная система единиц, принятая и рекомендованная Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ) в 1960 г.; на последующих ГКМВ неоднократно уточнялась.

^{**)} Примеры условных шкал: Шкалы сейсмичности Бофорта и Рихтера, шкалы твердости Роквелла и Виккерса, шкалы светочувствительности материалов, шкалы интенсивности цветов, международная сахарная шкала.

1.4 Названия и обозначения единиц, регламентируемые настоящим стандартом, следует использовать в нормативных документах, во всех видах разрабатываемой или пересматриваемой документации, на разрабатываемых средствах измерительной техники, в научно-технических публикациях, учебной и справочной литературе, в учебном процессе всех учебных заведений.

1.5 Во всех видах документации на экспортную продукцию, включая сопроводительную документацию, следует применять международные обозначения единиц; в документации, остающейся у производителя разрешается использовать украинские обозначения единиц.

1.6 Во всех средствах измерительной техники на табличках, шкалах и шитках следует применять международные обозначения единиц. При маркировании изделий на их шитках также необходимо применять международные обозначения единиц.

1.7 Одновременное применение международных и украинских обозначений единиц в одном издании не допускается, за исключением публикаций, относящихся к единицам физических величин.

1.8 Производные единицы SI и внесистемные относительно SI единицы регламентирует ДСТУ 3651.1.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте содержатся ссылки на:

ДСТУ 2681–94 Метрология. Термины и определения

ДСТУ 3651.1–97 Метрология. Единицы физических величин. Производные единицы физических величин Международной системы единиц и внесистемные единицы. Основные понятия, наименования и обозначения.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 В настоящем стандарте использованы термины, установленные ДСТУ 2681, а именно:

(физическая) величина, род (физической) величины, система (физических) величин, основная физическая величина, производная (физическая) величина, размерность (физической) величины, размерная (физическая) величина, безразмерная (физическая) величина, единица (физической) величины, система единиц (физических величин), основная единица (системы единиц), производная единица (системы единиц), внесистемная единица (физической величины), когерентная единица (системы единиц), когерентная система единиц (физических величин), кратная единица (физической) величины, значение (физической) величины, числовое значение (физической) величины, Международная система единиц.

3.2 Кроме того использованы следующие термины:

3.2.1 **Символ (физической) величины** — условный знак, принятый для обозначения однородных физических величин.

3.2.2 **Обозначение единицы (физической величины)** — условная аббревиатура, составленная из букв, входящих в название единицы или специальные знаки (специальный знак).

3.2.3 **Однородные (физические) величины** — величины, которые можно сравнивать между собой количественно.

4 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Единицы и числовые значения физических величин

4.1.1 Однородные физические величины могут быть выражены количественно при использовании определенной величины, условно называемой единицей, в виде произведения этой единицы и числа:

$$A = \{A\} \cdot [A], \quad (1)$$

где A — символ величины, $\{A\}$ — числовое значение величины A , $[A]$ — единица величины A .

Примеры

Однородные величины: длина, высота, диаметр, расстояние, путь, длина волны и т.д. — имеют единицу метр.

Если длина волны, соответствующая одной из линий спектра натрия, равна $\lambda = 5,896 \cdot 10^{-7}$ м, то λ — символ величины — длины волны; $5,896 \cdot 10^{-7}$ — числовое значение длины волны, выраженной в метрах; м — обозначение единицы длины — метра (см. табл.1).

4.1.2 Значение величины не зависит от выбора единицы. Если величину выразить в другой единице, которая в k раз больше (меньше) первой, то новое числовое значение величины станет в k раз меньшим (большим) первого числового значения.

Пример

Замена единицы длины волны с метра на нанометр (см.табл.2), который в 10^9 раз меньше метра, приводит к увеличению числового значения длины волны в 10^9 раз:

$$\lambda = 5,896 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 5,896 \cdot 10^{-7} \cdot 10^9 \text{ нм} = 589,6 \text{ нм}.$$

Значение длины волны при этом не изменяется.

4.1.3 Числовое значение величины, выраженной в данной единице, обозначается: ее символом, заключенным в фигурные скобки с добавлением единицы в качестве нижнего индекса или в виде отношения величины к избранной единице.

Пример

Длина волны (см. пример в 4.1.2) выражена в нанометрах:

$$\{\lambda\}_{\text{нм}} = \lambda / \text{нм} = 589,6.$$

4.2 Уравнения для величин и уравнения для их числовых значений

4.2.1 Складывать и вычитать можно только однородные величины.

Неоднородные величины A и B умножаются и делятся по правилам алгебры:

$$AB = \{A\}\{B\} \cdot [A][B] \quad (2)$$

$$\frac{A}{B} = \frac{\{A\}}{\{B\}} \cdot \frac{[A]}{[B]} \quad (3)$$

где произведение $\{A\} \cdot \{B\}$ есть числовое значение $\{A \cdot B\}$ величины $A \cdot B$; произведение $[A] \cdot [B]$ — единица $[A \cdot B]$ величины $A \cdot B$; дробь $\{A\}/\{B\}$ есть числовое значение $\{A/B\}$ величины A/B ; дробь $[A]/[B]$ — единица $[A/B]$ величины A/B .

Пример

Скорость v частицы, движущейся равномерно и прямолинейно, определяется уравнением $v = l/t$, где l — путь, пройденный частицей за промежуток времени t . Если частица прошла путь $l = 6$ м за время $t = 2$ с, то ее скорость равна

$$v = l/t = (6 \text{ м}) / (2 \text{ с}) = 3 \text{ м/с}.$$

4.2.2 Различают два типа уравнений: уравнения для величин, где символы величин обозначают их значения, и уравнения для числовых значений величин.

Уравнения для числовых значений величин чаще всего представляют собой эмпирические формулы, т.е. соотношения, полученные непосредственно в физическом эксперименте, и их вид зависит от выбора единиц. Единицы всех величин, использованных в таких уравнениях, должны быть четко определены в нем самом или в контексте.

Уравнения для величин не зависят от выбора единиц, поэтому именно им следует всегда отдавать предпочтение.

Пример

Если в опыте путь измеряли в метрах, время в секундах, а скорость — в километрах в час, то эмпирическая зависимость

$$\{v\}_{\text{км/час}} = 3,6\{l\}_{\text{м}} / \{t\}_{\text{с}}$$

есть уравнение для числовых значений величин. Числовой множитель 3,6 получен здесь вследствие специального выбора единиц величин, при ином выборе единиц этот множитель будет другим. Соотношение $v = l/t$ — уравнение для величин и его вид не зависит от выбора единиц длины, времени и скорости.

4.3 Размерности величин

4.3.1 Основными величинами SI являются длина, время, масса, сила электрического тока, термодинамическая температура, количество вещества и сила света. Размерности перечисленных величин обозначаются символами L, T, M, I, Θ , N, J соответственно.

4.3.2 Размерность любой физической величины Q в SI выражается произведением

$$\dim Q = L^a M^b T^c I^d \Theta^e N^f, \quad (4)$$

где \dim — условный символ размерности; a, b, c, d, e, f — показатели размерности основных величин, всегда являющиеся рациональными числами. Совокупность показателей размерности нельзя именовать размерностью величины.

Пример

Размерность работы W равна $\dim W = L^2 M T^{-2}$, где показатели размерности соответственно равны 2, 1, -2.

Произведение, определяющее размерность любой безразмерной величины, равно 1. Такие величины имеют размерность 1 и представляют собой числа.

4.4 Кратные и дольные единицы SI

4.4.1 В рамках SI к когерентной системе единиц добавлены десятичные кратные и дольные единицы, которые образуются с помощью специально рекомендованных множителей, а их названия и обозначения — из названий и обозначений исходных единиц с помощью соответствующих приставок.

Множители, приставки и их обозначения приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Множители, приставки и их обозначения для кратных и дольных единиц SI

Множитель	Приставка	Обозначения		Множитель	Приставка	Обозначения	
		укр. (рус.)	межд.			укр. (рус.)	межд.
10^{24}	йотта	Й	Y	10^{-1}	деци	д	d
10^{21}	зетта	ЗТ	Z	10^{-2}	санци	с	c
10^{18}	экса	Е (Э)	E	10^{-3}	милли	м	m
10^{15}	пета	П	P	10^{-6}	микро	мк	μ
10^{12}	тера	Т	T	10^{-9}	нано	н	n
10^9	гига	Г	G	10^{-12}	пико	п	p
10^6	мега	М	M	10^{-15}	фемто	ф	f
10^3	кило	к	k	10^{-18}	атто	а	a
10^2	гекто	г	h	10^{-21}	зепто	зп	z
10	дека	да	da	10^{-24}	йокто	й	y

4.4.2 Обозначение приставки, присоединенное к обозначению основной или производной единицы SI, образует новое обозначение кратной или дольной единицы; его можно возводить в положительную или отрицательную степень.

Наименование основной единицы SI — килограмма уже содержит приставку «кило», поэтому для образования кратных и дольных единиц массы следует использовать дольную единицу грамм (0,001 кг), а приставки присоединять к слову «грамм».

Нельзя трактовать обозначение кратной или дольной единицы как произведение обозначений приставки и единицы.

Пример

$$1 \text{ см}^3 = (10^{-2} \text{ м})^3 = 10^{-6} \text{ м}^3; 1 \text{ мкс}^{-1} = (10^{-6} \text{ с})^{-1} = 10^6 \text{ с}^{-1}.$$

4.4.3 Составные приставки (состоящие из двух или большего числа приставок подряд) использовать нельзя. Например, вместо единицы миллимикромметр (1 ммкм) необходимо применять нанометр (1 нм); вместо микрокилограмм (1 мккг) — миллиграмм (1 мг).

4.4.4 При выборе десятичных кратных и дольных единиц SI следует руководствоваться удобством их применения. Множитель и приставку нужно выбирать таким образом, чтобы численное значение величины находилось между 0,1 и 1000.

Примеры

1,2 · 10⁴ м можно записать как 12 км;
 0,00394 м можно записать как 3,94 мм;
 1401 Па можно записать как 1,401 кПа;
 3,1 · 10⁻⁴ с можно записать как 310 мкс.

В таблицах числовых значений одной величины или при сравнении этих значений в одном тексте следует использовать одну кратную или дольную единицу величины, даже если ее числовые значения выходят за диапазон от 0,1 до 1000.

В некоторых отраслях техники допустимо всегда использовать одну кратную или дольную единицу. Например, линейные размеры в машиностроительных чертежах всегда приводятся в миллиметрах.

4.4.5 Следует стремиться сводить к минимуму количество используемых кратных и дольных единиц.

В таблице 1 приведены рекомендованные кратные и дольные единицы от основных единиц SI. Правила использования кратных и дольных единиц от производных единиц SI и некоторых внесистемных единиц даны в ДСТУ 3651.1.

Перечень кратных и дольных единиц для данной физической величины не является исчерпывающим или строго ограничительным.

4.4.6 При вычислениях следует заменять приставки на соответствующие множители (степени числа 10). В этом случае конечный результат приводится с помощью кратных и частичных единиц.

4.4.7 Для любой безразмерной величины когерентной единицей SI является число один, имеющее обозначение 1. Эта единица после числового значения безразмерной величины не пишется.

Пример

Показатель преломления $n = 1,53 \cdot 1 = 1,53$.

4.4.8 Десятичные кратные и дольные единицы нельзя образовывать с помощью приставок от числа 1, в этом случае они выражаются степенями числа 10.

Пример

Количество молекул $N = 1,2 \cdot 10^{23}$.

Для числа 0,01 разрешается использовать специальное обозначение % (процент).

Пример

Коэффициент отражения $r = 0,8 = 80 \%$.

Следует избегать использования символа ‰ (промилле) для числа 0,001.

Не следует использовать наименований «массовые проценты» или «объемные проценты», соответственно недопустимы обозначения $\%(m/m)$ и $\%(V/V)$. Если необходимо подчеркнуть, что речь идет о массовой или объемной доле, необходимо применить специальный речевой оборот, например «массовая доля кальция равна 67 %» или, соответственно, «объемная доля водорода равна 75 %». Можно также применять специальные обозначения, например: массовая доля 5 мг/г, объемная доля 4,2 мл/м³.

5 ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ SI

5.1 Система SI содержит основные, дополнительные и производные единицы, которые в совокупности образуют когерентную систему единиц.

Основные единицы SI приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Основные единицы SI

Величина			Единица					
Наименование	Символ	Размерность	Наименование	Обозначение		Рекомендованные кратные и дольные единицы		Определение
				укр. (рус.)	межд.	укр. (рус.)	межд.	
длина	<i>l, L</i>	L	метр	м	m	км; см; мм; мкм; нм; пм; фм;	km; cm; mm; μ m; nm; pm; fm	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458$ с [17 ГКМВ (1983 г.), Резолюция 1]
масса	<i>m</i>	M	килограмм	кг	kg	кг; г; мг; мкг	kg; g; mg; μ g	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма [3 ГКМВ (1901 г.)]
время	<i>t, T</i>	T	секунда	с	s	кс; мс; мкс; нс	ks; ms; μ s; ns	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 [13 ГКМВ (1967 г.), Резолюция 1]
сила электрического тока	<i>I</i>	I	ампер	A	A	кА; мА; мкА; нА	кА; mA; μ A; nA	Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н [МКМВ (1946 г.), Резолюция 2 одобренная 9 ГКМВ (1948 г.)]
термодинамическая температура	<i>T, Θ</i>	Θ	кельвин	K	K	МК; кК; мК; мкК	МК; kK; mK; μ K	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды [13 ГКМВ (1967 г.), Резолюция 4]
сила света	<i>I_v</i>	J	кандела	кд	cd			Кандела есть сила света в заданном направлении от источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср [16 ГКМВ (1979 г.), Резолюция 3]

Окончание таблицы 2

Величина			Единица					Определение
Наименование	Символ	Размерность	Наименование	Обозначение		Рекомендованные кратные и дольные единицы		
				укр. (рус.)	межд.	укр. (рус.)	межд.	
количество вещества	<i>N</i>	<i>N</i>	моль	моль	mol	кмоль ммоль мкмоль	kmol mmol μmol	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц [14 ГКМВ (1971 г.), Резолюция 3]

Примечание 1. На 13 ГКМВ (1967 г., Резолюция 4) также решено, что единицу кельвин и ее обозначение К можно использовать для выражения интервала или разности температур.

Примечание 2. Дополнительно к термодинамической температуре (символ *T*), выражаемой в кельвинах, допускается применять также температуру Цельсия (символ *t*), определяемую соотношением $t = T - T_0$, где по определению $T_0 = 273,15$ К. Разрешено использовать выражение «температура Цельсия» и единицу градус Цельсия. По размеру градус Цельсия равен кельвину. Интервал или разность температур Цельсия допускается выражать как в кельвинах, так и в градусах Цельсия.

Примечание 3. На 20 ГКМВ (1995 г., Резолюция 8), радиан и стерadian, которые составляли класс дополнительных единиц SI, определены как безразмерные производные единицы, наименования и обозначения которых могут (там, где это удобно), но не обязательно должны использоваться в выражениях других производных единиц SI; таким образом класс дополнительных единиц исключен из состава SI.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ

1 ISO 31:1992 Quantities and units

2 ISO 1000:1992 SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units

ДСТУ 3651.0-97

УДК 53.081:006.354

01.060; 17.020

Т80

Ключевые слова: Международная система единиц, величина, единица, основная единица, кратная единица, дольная единица
